

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICH NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>G01D 5/14</b>	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 97/43602</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 20. November 1997 (20.11.97)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP97/02330		(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 7. Mai 1997 (07.05.97)		
(30) Prioritätsdaten: 196 19 144.0 11. Mai 1996 (11.05.96) DE		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>
(71) Anmelder ( <i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i> ): ITT MANUFACTURING ENTERPRISES, INC. [US/US]; Suite 1217, 1105 North Market Street, Wilmington, DE 19801 (US).		
(72) Erfinder; und		
(75) Erfinder/Anmelder ( <i>nur für US</i> ): SINN, Alexandra [DE/DE]; Rauhalde 24, Bieringen, D-74214 Schöntal (DE). GRAB-MAIER, Anton [DE/DE]; In den Zehn Morgen 11, D-74321 Bietigheim-Bissingen (DE).		
(74) Anwalt: PORTWICH, P.; ITT Automotive Europe GmbH, Guerickestrasse 7, D-60488 Frankfurt am Main (DE).		

(54) Title: DEVICE FOR DETECTING ROTARY MOVEMENTS

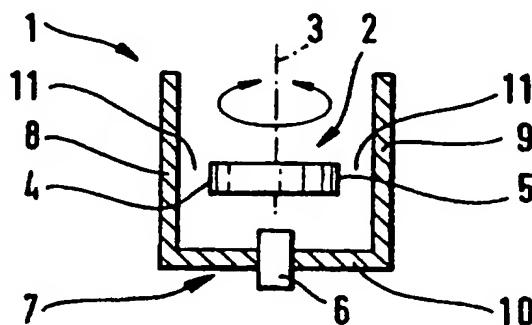
(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUM ERFASSEN ROTATORISCHER BEWEGUNGEN

## (57) Abstract

The invention relates to a device (1) for detecting rotary movements with at least one magnetically operative transmitter element (2) arranged to move about a rotational axis (3), and at least one sensor (6) sensitive to magnetic fields and arranged to be in alignment with the transmitter element (2). The object of the invention is to provide means (7) to focus the acting magnetic field.

## (57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zum Erfassen rotatorischer Bewegungen mit mindestens einem um eine Drehachse (3) bewegbar angeordneten, magnetisch wirksamen Geberelement (2) und mindestens einem magnetfeldempfindlichen Detektor (6), welcher fluchtend zu dem Geberelement (2) angeordnet ist. Der Kern der Erfindung besteht darin, daß eine Einrichtung (7) zur Bündelung des einwirkenden Magnetfeldes vorgesehen ist.



#### ***LEDIGLICH ZUR INFORMATION***

**Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.**

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasiliens	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		

### Vorrichtung zum Erfassen rotatorischer Bewegungen

Vielfach ist es wichtig, die Drehbewegung eines Körpers bzw. die Größe seines Drehwinkels zu bestimmen. Aus der DE-PS 40 14 885 ist es beispielsweise bekannt, einen Körper, dessen Drehwinkel gemessen werden soll, mit einem Magneten zu verbinden und einem ortsfest angeordneten Magnetsensor dem sich drehenden Magnetfeld auszusetzen. Da der zu bewegende Permanentmagnet eine hinreichend Feldstärke haben muß, hat eine derartige Meßeinrichtung einen beträchtlichen Bauumfang. Hinzu kommt, daß das zu messende Magnetfeld sehr stark von dem Abstand zwischen dem Permanentmagneten und dem Magnetsensor abhängt. Als nachteilig wird es angesehen, daß Abweichungen des Geberelementes, hier insbesondere des Permanentmagneten, von seiner idealen Form, von seiner idealen axialen Position zu dem Magnetdetektor und Abweichungen des Geberelementes von der vorgesehenen Drehachse erheblichen Einfluß auf die Meßergebnisse haben. Weiterhin kann auch eine etwas unsymmetrische Magnetisierung des Permanentmagneten zu einer starken Beeinflussung des auf den Magnetdetektor bzw. Sensor einwirkenden Magnetfeldes und somit zu einer unerwünschten Änderung des Ausgangssignals des Detektors führen. Weiterhin sind die bekannten Vorrichtungen, wenn sie hinreichend genau gearbeitet werden müssen, relativ teuer. Die Erfindung geht daher aus von einer Vorrichtung der sich aus dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ergebenden Gattung. Aufgabe der Erfindung ist es, eine kostengünstige Vorrichtung zur Erfassung rotatorischer Bewegungen bereitzustellen, welche besonders unempfindlich gegenüber Störungen des zu detektierenden Magnetfeldes ist und darüber hinaus unempfindlich gegenüber den genannten Positionsabweichungen. Es soll

- 2 -

ferner der Einfluß der Fertigungstoleranzen auf das Meßergebnis minimiert werden.

Die Aufgabe wird durch die sich aus dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 ergebende Merkmalskombination gelöst. Die Erfindung besteht im Prinzip also darin, den von dem Geber-element (Permanentmagnet) ausgehenden Magnetfluß über einen ortsfesten Polschuh zu dem Magnetfeld-empfindlichen Detektor zu leiten. Wegen der hohen magnetischen Leitfähigkeit des Polschuhs ändert sich auch bei einer gegenüber der idealen Lage etwas verschobenen Lage des Geberelements der von dem Detektor gemessene Fluß nur geringfügig.

Selbstverständlich schließt die Erfindung nicht aus, daß das Geberelement selber auch mit magnetisch leitendem Material versehen sein kann, so daß es nicht ausschließlich aus dem Kern eines Permanentmagneten bestehen muß. Wichtig aber ist, daß ein ortsfester Polschuh vorgesehen ist, welcher den Fluß weitgehend widerstands frei von dem Geberelement zu dem Detektor führt, so daß eine fehlerhafte Lage oder eine unerwünschte Lageänderung des Geberelements den Meßwert nur geringfügig verfälscht.

Will man den Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung besonders vereinfachen, so empfiehlt sich in Weiterbildung der Erfindung die Merkmalskombination nach Anspruch 2. Kern dieser Merkmalskombination ist es, daß der Detektor in den hinsichtlich des magnetischen Widerstandes weitgehend widerstands freien Weg des Magnetflusses geschaltet wird. Obwohl zwischen den fluchtenden Enden und den Flächen des Detektors jeweils ein Luftspalt auftreten kann, so empfiehlt es sich doch, diesen möglichst klein zu halten, so daß das Streufeld zwischen den beiden dem Detektor zugewandten Enden gehalten wird. Diesem Ziel dient auch eine möglichst fluchende Ausrichtung der beiden Polschuhenden. Mit anderen Worten ist der Detektor derart zwischen die beiden Polschuhen-

- 3 -

den einzufügen, daß die Verluste durch Streufelder möglichst klein werden. Bei der Ausgestaltung der Form der Polschuhe ist zu beachten, daß diese zum Einen bei der zu messenden Lageänderung (Drehlage) des Gebers einen sich möglichst stark ändernden Magnetfluß erhalten. Andererseits soll bei Lageänderungen, die innerhalb des Toleranzbereiches der erfundungsgemäßen Vorrichtungen liegen, die Magnetflußänderung innerhalb der Polschenkel möglichst klein sein.

Da die Polschuhe einen großen Teil des von dem Geberelement ausgehenden Magnetflusses einfangen sollen, sollten sie das Geberelement zumindest teilweise umgreifen. Eine besonders einfache Ausgestaltung hierzu zeigt die Merkmalskombination nach Anspruch 3. Danach besitzen die Polschuhe zwei Schenkel, die im wesentlichen parallel zueinander verlaufen, welche über Stegteile einen die Schenkel miteinander verbindenden Steg ergeben. Im Verlauf dieses Steges ist bevorzugt der Geber angeordnet, wobei die beiden Polschuhe im wesentlichen die Form eines L haben. Die Drehachse des Geberelements kann dabei sowohl in der Ebene der Polschuhe liegen, oder aber auch senkrecht zu dieser Ebene stehen (Fig. 1, Fig. 3).

Während nun einerseits bei einem parallelen Verlauf der Schenkel (9) der Polschuhe (9,10) der Geber in der Ebene der Polschuhe verschoben werden kann, ohne daß sich der Magnetfluß in den Polschuhen erheblich ändert, läßt sich nach einer Weiterbildung der Erfindung (Anspruch 5) das Prinzip umkehren, indem eine Lageänderung innerhalb der Polschuh-ebene zu einer Vergrößerung des Luftspalts und damit zu einer Änderung des mittleren Magnetflusses führt (Fig. 5). Eine derartige Möglichkeit zeigt die Merkmalskombination nach Anspruch 5, indem die beiden Schenkel der Polschuhe schräg zueinander stehen, so daß sich eine im wesentlichen V-förmige Konstruktion ergibt. Entfernt sich der Geber in der Ebene der Polschuhe von dem Detektor, so wird der Luftspalt größer und der den Polschuhen zugeführte Magnetfluß im

- 4 -

Mittel geringer. Will man die Größe des Luftspalts und damit den Widerstand zwischen Geber und Polschuhen verkleinern, so empfiehlt sich in Weiterbildung der Erfindung eine der Merkmalskombinationen nach Anspruch 14 bis 17. Hinsichtlich der Erfindung ergibt sich nur insofern eine Einschränkung, als Bewegungen des Geberelements innerhalb der Ebene der Polschuhe einen etwas größeren Einfluß auf die Änderung des Meßwertes haben, während Bewegungen quer zur Polschuhebene von geringerem Einfluß auf das Meßergebnis sind. Der Kern der Erfindung wird hiervon aber nicht berührt.

Besonders vorteilhaft ist, daß bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung besonders kleine und daher nicht nur kostengünstige, sondern auch gewichtsoptimierte Magnete als Geberelemente eingesetzt werden können. Die Bündelung des Magnetflusses führt weiterhin zu einer Reduktion des Streufeldes und dessen störende Einwirkungen auf andere magnetempfindliche Bauteile oder -systeme. Schließlich wird der Einfluß externer Störfelder wirksam behindert.

Weitere vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen, die in den Figuren dargestellt sind, näher beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Prinzipskizze einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in Seitenansicht teilweise im Schnitt;
- Fig. 2 eine Draufsicht auf eine Vorrichtung gemäß Fig. 1;
- Fig. 3 eine Prinzipskizze eines zweiten Ausführungsbeispiels in Seitenansicht;
- Fig. 4 eine Draufsicht auf eine Vorrichtung gemäß Fig. 3;

- 5 -

Fig. 5 in Seitenansicht eine Prinzipskizze eines dritten Ausführungsbeispiels;

Fig. 6 eine Draufsicht auf eine Vorrichtung gemäß Fig. 5;

Fig. 7,8 drei weitere Ausführungsbeispiele in und 9 Seitenansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Fig. 10,11 die Möglichkeit einer diametralen und radialen Magnetisierung des Geberelementes nach einem der vorangegangenen Beispiele

Eine Vorrichtung zum Erfassen rotatorischer Bewegungen umfaßt gemäß Fig. 1 ein magnetisch wirksames Geberelement 2, das um eine Drehachse 3 bewegbar insbesondere drehbar angeordnet ist. Das Geberelement 2 ist vorzugsweise ein Permanentmagnet mit einem magnetischen Nord- und Südpol 4,5. Die Vorrichtung 1 umfaßt darüber hinaus einen magnetfeldempfindlichen Detektor 6 zur Sensierung der Magnetfeldänderung, die bei Rotation des Geberelementes 2 von diesem ausgehen. Als Detektor 6 kommen insbesondere Hall-Elemente oder andere Einrichtungen in Frage, welche eine von der Änderung eines Magnetflusses abhängige Spannung abgeben oder eine von der Größe des Magnetflusses abhängige physikalische Größe anzeigen. An den Detektor 6 ist ferner eine Einrichtung 7 zur Bündelung des Magnetfeldes vorgesehen, welche Schenkel 8,9 und Stegabschnitte besitzen, welche zusammen einen Steg 10 bilden. Die beiden parallel zueinander und parallel zur Drehachse 3 angeordneten Schenkel 8,9 umgreifen und übergreifen das Geberelement 2 zumindest teilweise und zusammen mit dem Steg 10 U-förmig, wodurch eine starke Konzentration des Magnetflusses innerhalb der Einrichtung 7 erreicht wird. Die Übertragung des vom Geberelement 2 ausgehenden magnetischen Feldes über die polschuhartigen Schenkel 8,9 sowie den Steg 10 führt zu einer Verringerung der Fehlereinflußgrößen, die beispielsweise durch Exzentrizität des Geberelementes 2

- 6 -

bzw. durch Radialspiel oder Axialspiel des Geberelementes 2 verursacht sind, weil der die Feldstärke beeinflussende Gesamtluftspalt zwischen dem Geberelement 2 und den Schenkeln 8,9 unabhängig von den genannten Lage- und Positionsabweichungen konstant bleibt. Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 ist besonders unempfindlich hinsichtlich axialer Verschiebungen des Geberelementes gegenüber dem Detektor 6, was erreicht wird durch vergleichsweise lange parallele Schenkel 8,9. Dies ermöglicht ferner die Verwendung eines dünnen Geberelementes 2, beispielsweise in Form einer magnetisierten Scheibe, wobei ein derartiger Magnet klein und kostengünstig ist.

Wie die Fig. 1 und 2 zeigen, ist das Geberelement 2 mittig zwischen den Schenkeln 8,9 angeordnet und weist die Form einer diametral magnetisierten Scheibe 13 auf. Gemäß Fig. 1 ist der Detektor 6 mittig an dem die beiden Schenkel 8,9 miteinander verbindenden Steg 10 angeordnet. Die Figuren 3,4 zeigen ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, daß die gleichen Bauteile wie die Vorrichtung gemäß Fig. 1 und 2 aufweist. Dementsprechend sind gleiche Bauteile mit den gleichen Bezugsziffern bezeichnet. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel bleibt der Gesamtluftspalt 11 konstant, wenn die Scheibe in der Ebene der Schenkel innerhalb eines vorgesehenen Größenbereichs verschoben wird. Im Unterschied zu Fig. 1 und 2 sind die Schenkel 8,9 rechtwinklig zur Drehachse 3 angeordnet. Die Einrichtung 7 mit den Schenkeln 8,9 sowie mit dem Steg 10 umgreift hierbei einen Großteil des Umfangs der als Geberelement 2 vorgesehenen magnetischen Scheibe, wodurch eine noch stärkere Bündelung des magnetischen Feldes eintritt, was zu einer weiteren Reduzierung des Einflusses von Störungen führt. Bei gleicher Magnetfeldstärke können hierbei noch kleinere Magnete verwendet werden als nach dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1. Ein weiterer Vorteil liegt in der stark reduzierten Bauhöhe begründet.

- 7 -

Die Fig. 5 und 6 zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem die Schenkel 8,9 schräg zueinander angeordnet sind. Die Schenkel 8,9 umgreifen zusammen mit den aus den beiden Stegabschnitten gebildeten Steg 10 wesentliche Teile des Umfangs des Geberelementes 2 und durch die Schrägstellung der Schenkel 8,9 verjüngt sich der Zwischenraum zwischen den Schenkeln in Richtung auf den Steg 10. Die Kalibrierung dieser Vorrichtung wird erzielt durch die Einstellung des Luftspaltes 11 zwischen dem Geberelement und den beiden Schenkeln 8,9. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß die Einrichtung 7 in Richtung 12 relativ zum Geberelement 2 verschoben wird. Grundsätzlich ist aber auch eine Verschiebung des Geberelementes in Richtung des Doppelpfeils 12 relativ zur Vorrichtung 7 möglich. Wie Fig. 6 ferner zeigt, kann durch die breiten Schenkel 8,9 ein in Drehachsenrichtung dünnes Geberelement 2 verwendet werden (Kreisscheibe), was zu einem weiter verbesserten Betriebsverhalten und stark verringerten Kosten führt. Bei einer Weiterentwicklung der Erfindung erfolgt eine besonders einfache und kostengünstige Kalibrierung der Vorrichtung 1 durch Einstellung des als Hall-Element ausgebildeten Detektors 6. Hierdurch kann ggf. eine Verschiebung der Vorrichtung 7 oder des Geberelements 2 entfallen.

Die Fig. 7,8 und 9 zeigen drei weitere Ausführungsbeispiele der Erfindung. Dabei wurde großer Wert darauf gelegt, daß sich mit einer Drehbewegung des Geberelements 2 eine vergleichsweise starke Änderung des Magnetflusses ergibt. In den Fig. 7,8 und 9 sind die dem Detektor 6 abgewandten Polschuhenden 31,32 in Form eines Kreisabschnitts gekrümmt ausgestaltet, wobei die Polschuhenden 31,32 in Schenkelabschnitte 34,35 übergehen, die in etwa mit den Schenkeln 8 und 9 in Fig. 1 vergleichbar sind. Über die Schenkelabschnitte 34,35 wird ein größerer Abstand des Detektors 6 von dem Geber 2 erreicht. Hierdurch wird der magnetische Fluß in den Polschuhen nicht nur durch den großen magneti-

- 8 -

schen Widerstand der Ausnehmung 38 zwischen den Polschuhen 31,32 vergrößert, sondern auch durch den durch die Schenkelabschnitte 34,35 umfaßten Raum, der ebenfalls einen großen Widerstand für das Magnetfeld bildet. Das gilt insbesondere für den Fall, daß der Detektor 2 eine gegenüber der gezeigten Stellung geänderte Lage von + 90 Grad oder - 90 Grad hat. In diesen Lagen ist das Magnetfeld und damit der durch die Polschuhe geführte Magnetfluß in seinem Absolutwert besonders klein. In den Lagen zwischen der zuletzt geschilderten Position und der in Fig. 8 dargestellten Position mit besonders großem Magnetfluß ändert sich der Magnetfluß in den Polschuhen stetig, so daß der Drehwinkel des Gebers oder seiner Winkelstellung sich über den Detektor 6 je nach dessen Ausgestaltung (z.B. Galvanometer oder Hall-Element) bestimmt werden kann. In Fig. 1 ist der Detektor 2 aus einem Magnetkern (z.B. aus AlNiCo) 39 und im wesentlichen kreissektorförmigen Ansätzen 40 aus magnetisch leitendem Material gebildet, so daß diese Ansätze 40 beispielsweise aus Eisen bestehen können.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 8 sind ebenso wie bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 9 und 7 gleichartig ausgestaltete Polschuhe vorgesehen, in welche in der weiter oben beschriebenen Form eine Magnetfeldsonde (z.B. Hall-Element) eingefügt ist. Im Unterschied zu Fig. 7 ist in Fig. 8 der Geber 2 aus einer radial magnetisierten Scheibe gebildet, an der zwei gegenüberliegende Kreisabschnitte abgeschliffen oder abgetrennt sind. Die Scheibe ist wiederum mit zwei Polen S und N versehen, die Wirkungsweise der Vorrichtung nach Fig. 8 gleicht der nach Fig. 7. Die Polschuhe können wiederum aus massivem Eisen gebildet sein.

Schließlich ist in Fig. 9 der Geber 2 aus einem teilweise magnetisierten Ring 45 gebildet, der wieder einen Nordpol N und einen Südpol S besitzt, in dem dieser Ring auf gegenüberliegenden Seiten dementsprechend magnetisiert wurde.

- 9 -

Statt des Ringes kann aber auch eine volle Scheibe verwendet werden, die eine der Magnetisierung des Rings 45 in etwa entsprechende Magnetisierung besitzt.

Figur 10 zeigt die Möglichkeit einer diametralen Magnetisierung des Geberelementes 2. Dabei sind mit S und N Bezirke angegeben, die bevorzugt magnetisiert werden sollten, um den gewünschten Verlauf der Magnetisierungslinien auf dem ringförmigen Geberelement zu erhalten. Das Geberelement kann aber auch eine Scheibe sein.

Figur 11 zeigt die Möglichkeit einer sogenannten radialen Magnetisierung, bei der die Magnetflußlinien bevorzugt radial aus dem äußeren Rand des Geberelementes 2 austreten sollen. Hierzu setzt sich das Geberelement aus einem aus magnetisierbarem Material gebildeten äußeren Ring 45 und einem inneren Ring 46 zusammen, die aneinander grenzen bzw. konzentrisch ineinander gefügt sind. Der innere Ring 46 ist aus magnetisch leitendem Material wie Eisen. In Figur 11 mit den Bezirken S und N die Bereiche angedeutet, die bevorzugt zu magnetisieren sind, um den gewünschten Verlauf der Magnetlinien zu erhalten. Der innere Ring kann auch als Scheibe aus z.B. Eisen ausgestaltet sein.

Die Erfindung lässt sich daher kurz wie folgt angeben:

Um rotatorische Bewegungen zu erfassen, werden bisher oft Potentiometer eingesetzt. Diese kontaktbehafteten Sensoren werden zunehmend von kontaktlosen Sensoren verdrängt. Ein weit verbreitetes Prinzip ist die Bestimmung des Magnetfeldes eines rotierenden Magneten. Im allgemeinen wird dazu das Magnetfeld einer diametralen magnetisierten Scheibe unmittelbar mit einem magnetfeldempfindlichen Element erfaßt. Wird die Magnetscheibe gedreht, detektiert das magnetfeldempfindliche Element eine Änderung des aktuellen Magnetfeldes (siehe Abbildung 1). Dieses verbreitete Prinzip hat

§

- 10 -

jedoch mehrere gravierende Nachteile:

- die Exzentrizität der Magnetscheibe wirkt sich auf das Signal aus,
- die Abweichungen von der Diametralität des Magnetfeldes wirkt sich auf das Signal aus,
- es besteht eine hohe Empfindlichkeit gegenüber Axial- und Radialspiel der Magnetscheibe.

Aus den oben genannten Gründen wird im folgenden ein Konzept vorgestellt, mit dem die Eigenschaften des rotatorischen Positionssensors drastisch verbessert werden können. Dieser Sensor besteht ebenfalls aus einer diametral magnetisierten Scheibe, dessen Position erfaßt wird. Jedoch unterscheidet sich der Positionssensor dadurch, daß das Magnetfeld der Scheibe nicht direkt sondern mit Hilfe von sogenannten Polschuhen an das magnetfeldempfindliche Element geleitet wird. Abbildung 2 zeigt Vorschläge für einen Positionssensor mit Polschuhen. Es gibt im wesentlichen zwei möglichen Anordnungen:

1. Drehachse der Magnetscheibe parallel zu den Polshuhen.
2. Drehachse der Magnetscheibe senkrecht zu den Polshuhen.

Eine Anordnung mit Polshuhen zeigt wesentliche Vorteile gegenüber einer Anordnung, bei der das Magnetfeld direkt detektiert wird:

- die Exzentrizität der Magnetscheibe hat einen vergleichbar kleinen Einfluß auf das Ausgangssignal; durch die Polshuhe wird das Magnetfeld über einen größeren räumlichen Bereich gemittelt, somit wirken sich Fehler in der Diametralität des Magnetfeldes weniger stark aus;
- das Radialspiel der Magnetscheibe wird durch die Polshuhe weitgehend kompensiert;
- mit Polshuhen wird der Einfluß des Axialspiels auf das Signal reduziert;

- 11 -

- bei einer Anordnung mit Polschuhen können kleinere und damit kostengünstigere Magnete verwendet werden.

Weiterhin können sehr flache Magnetscheiben gewählt werden, da breitere Polschuhe die Empfindlichkeit bezüglich des Axialspiels reduzieren.

Mit der Anordnung nach Abbildungen 3,4, d.h. Polschuhe senkrecht zur Drehachse, wird ein sehr kleines Bauvolumen erreicht. Außerdem ergibt sich in dieser Anordnung eine stärkere räumliche Mittelung der Magnetfeldstärke und damit eine Reduzierung des Einflusses von Störungen wie z.B. reduzierte Empfindlichkeit auf Exzentrizität. Um die gleiche Magnetfeldstärke zu erreichen, können bei Abbildung 2b kleinere Magnete als bei dem Prinzip in Abbildung 2a verwendet werden.

Die Empfindlichkeitsgrade der einzelnen Exemplare der magnetfeldempfindlichen Elemente streuen untereinander, außerdem variiert die Feldstärke der magnetisierten Scheibe. Deshalb muß eine Möglichkeit vorgesehen werden, um eine Kalibrierung des gesamten Sensor durchführen zu können. Die hier vorgestellte Lösung beruht darauf, daß die Feldstärke an dem magnetfeldempfindlichen Element von dem gesamten Luftspalt des magnetischen Kreises abhängt.

Zur Kalibrierung eines magnetfeldbasierten Positionssensors sollte daher der Luftspalt einstellbar sein. Dieses Prinzip kann z.B. auf die beiden Möglichkeiten in Abbildung 1,2 und 3,4 angewandt werden. Besonders vorteilhaft ist eine Anordnung wie sie in Abbildung 5,6 vorgestellt wird. Diese Abbildung beschreibt einen Positionssensor mit Polschuhen, dessen Abstand mit zunehmender Distanz von dem magnetfeldempfindlichen Element zunimmt. Damit kann durch eine Variation der relativen Lage zwischen Polschuhen mit magnetfeld-empfindlichem Element und der Magnetscheibe die gesamte

- 12 -

Charakteristik des Sensors kalibriert werden.

Eine relativ einfache und kostengünstige Kalibrierung kann somit durchgeführt werden, wobei die beschriebenen Vorteile von magnetfeldbasierenden Sensoren mit Polschuhen erhalten bleiben.

**ERSATZBLATT (REGEL 26)**

- 13 -

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Erfassen rotatorischer Bewegungen mit mindestens einem um eine Drehachse (3) bewegbar angeordneten magnetisch wirksamen Geberelement (2) und mindestens einem magnetfeldempfindlichen Detektor (6), welcher mit einem von der Drehwinkelstellung des magnetischen Geberelementes gegenüber dem Detektor abhängigen Magnetfluß beaufschlagt wird, dadurch gekennzeichnet, daß an dem vorzugsweise als Hall-Element ausgestalteten Detektor (6) mindestens ein Polschuh (9,10) angrenzt, über den der zu messende Magnetfluß geführt ist, wobei der Detektor (6) und der Polschuh (9,10) ortsfest angeordnet sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zu beiden Seiten des Detektors (6) jeweils ein Polschuh (8,10 bzw. 9,10) angrenzt, wobei die dem Detektor (6) zugewandten Enden (10) der Polschuhe (8,10 bzw. 9,10) im wesentlichen miteinander fluchten und wobei die beiden Polschuhe das drehbare Geberelement (2) zumindest teilweise umgreifen.
3. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Polschuhe (8,10 bzw. 9,10) Schenkel (8,9) und Stegabschnitte (10) besitzen, die das Geberelement (2) U-förmig umgreifen.
4. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schenkel (8,9) parallel zueinander angeordnet sind.

- 14 -

5. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Schenkel (8,9) schräg zueinander angeordnet sind.
6. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Schenkel (8,9) parallel zur Drehachse (3) des Geberelementes angeordnet sind (Fig. 1).
7. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Schenkel (8,9) rechtwinklig zur Drehachse (3) angeordnet sind (Fig. 3 bis 6).
8. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Geberelement (2) mittig zwischen den Schenkeln (8,9) angeordnet ist.
9. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Geberelement (2) eine diametral magnetisierte Scheibe (13) oder eine radial magnetisierte Scheibe ist.

- 15 -

10. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Detektor (6) mittig an dem die beiden Schenkel (8,9) miteinander verbindenden Steg (10) angeordnet ist.
11. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Luftspalt (11) zwischen den Schenkeln (8,9) und dem Geberelement (2) einstellbar ist mittels Verschieben der Vorrichtung (7) relativ zu dem Geberelement (2).
12. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Detektor einstellbar ausgebildet ist.
13. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die beiden Polschuhe (30) an ihren den Detektor (6) abgewandten Enden mit Umfassungsabschnitten (31,32) versehen sind, die das Geberelement (31 bzw. 39,40 bzw. 45) kreisabschnittsförmig umfassen.
14. Vorrichtung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Geberelement (39,40 bzw. 31 bzw. 45) durch einen Magneten gebildet ist, welcher um den Mittelpunkt (31) der Kreisringabschnitte (30) drehbar ist, wobei die Kontur der Polenden derart kreisförmig ausgestaltet ist, daß die lichte Weite des Luftspalts zwischen den Polenden und der Innenkontur der Kreisringabschnitte (30) konstant ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Geberelement (2) durch einen Magnet gebildet ist, welcher um den Mittelpunkt (31) der Kreisringabschnitte (32) drehbar ist, daß an die Pole des Magneten (39) im wesentlichen kreissektorförmige Polschuhe (40) angesetzt sind, wobei die Kontur der Po-

- 16 -

lenden derart kreisförmig ausgestaltet ist, daß die lichte Weite des Luftspalts zwischen den Polenden und der Innenkontur der Kreisringabschnitte (32) konstant ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Geber (2) durch einen Kreisring (45) oder eine Kreisscheibe gebildet ist, die an radial gegenüberliegenden Bereichen magnetisiert ist, wobei die Kontur des Außenumfangs des Rings bzw. der Scheibe derart kreisförmig ausgestaltet ist, daß die lichte Weite des Luftspaltes zwischen den Polenden und der Innenkontur der Kreisringabschnitte konstant ist.

Fig. 1

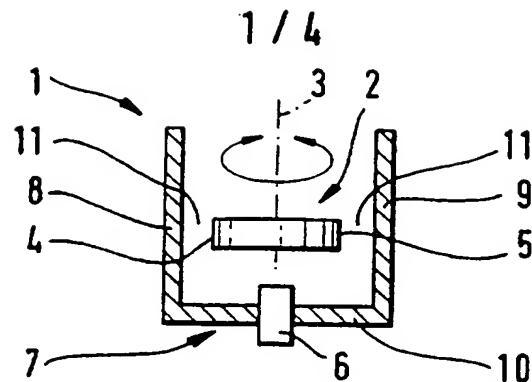


Fig. 2

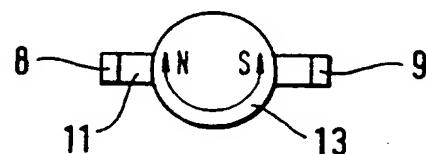


Fig. 3

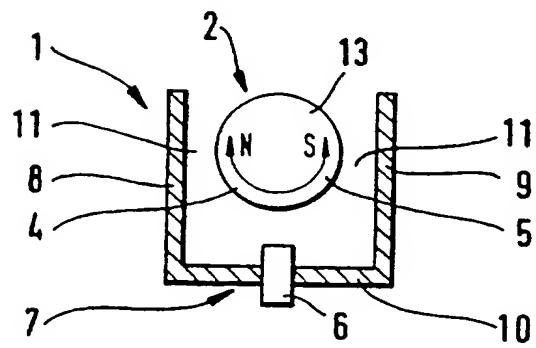


Fig. 4

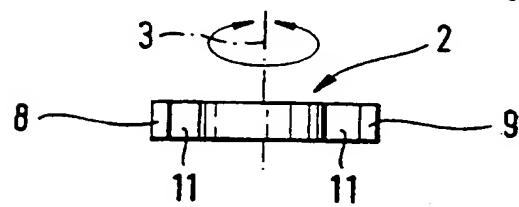


Fig. 5

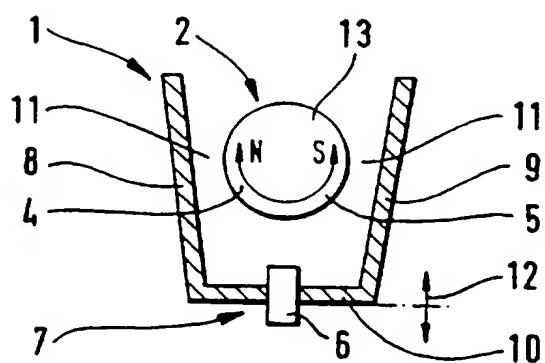
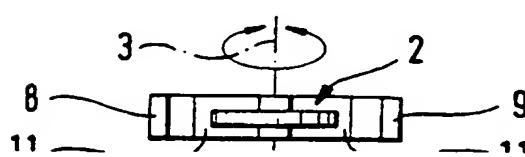


Fig. 6



ERSATZBLATT (REGEL 26)

2 / 4

Fig. 7

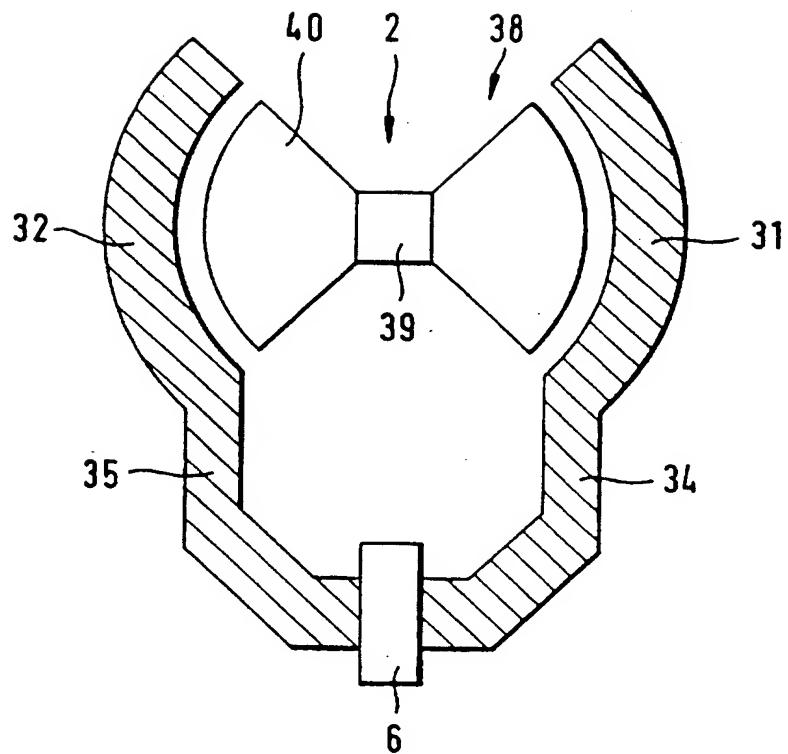
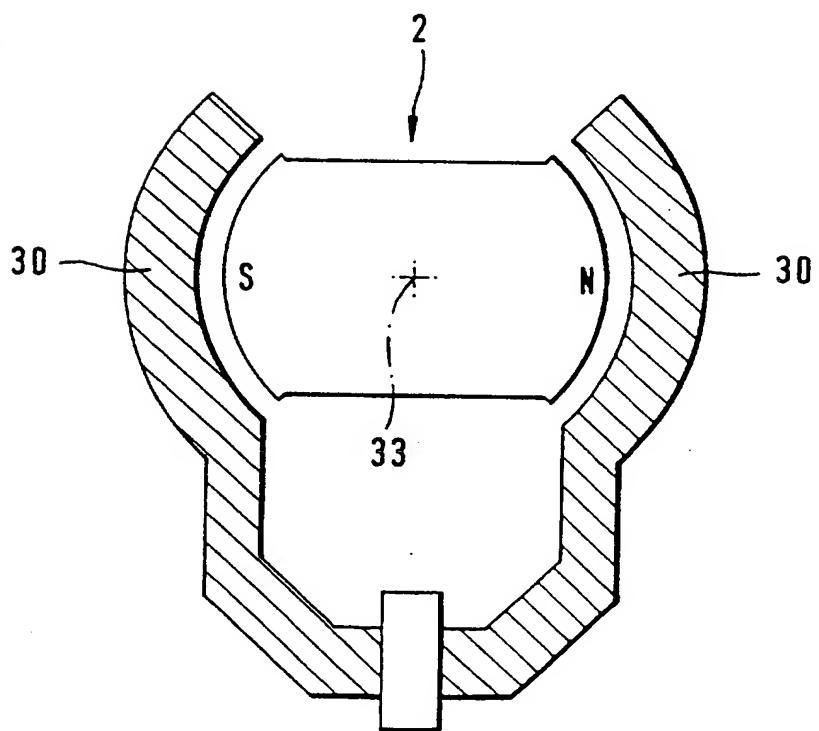


Fig. 8



ERSATZBLATT (REGEL 26)

Fig. 9

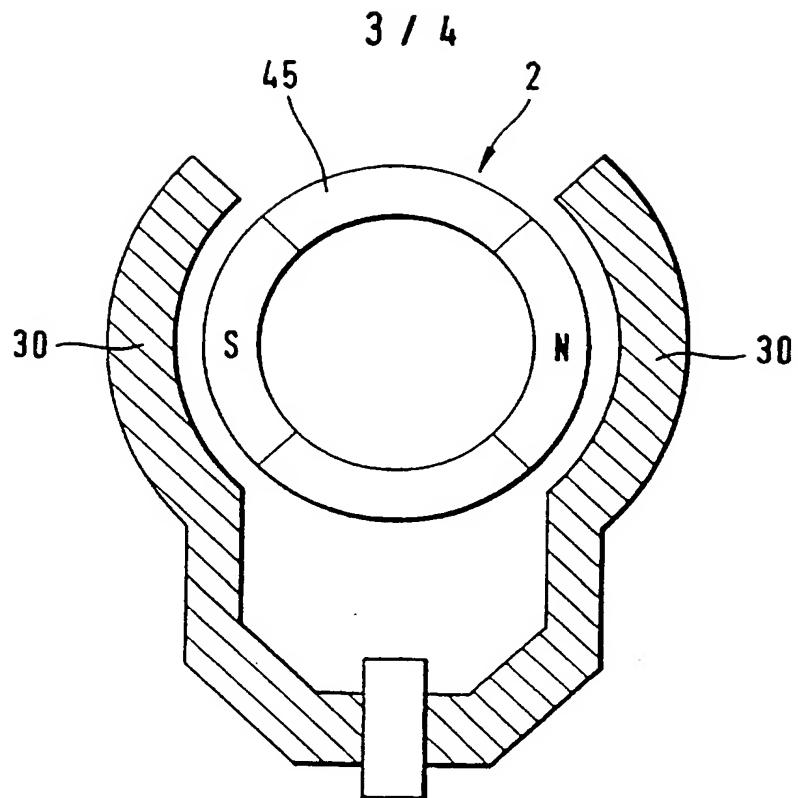
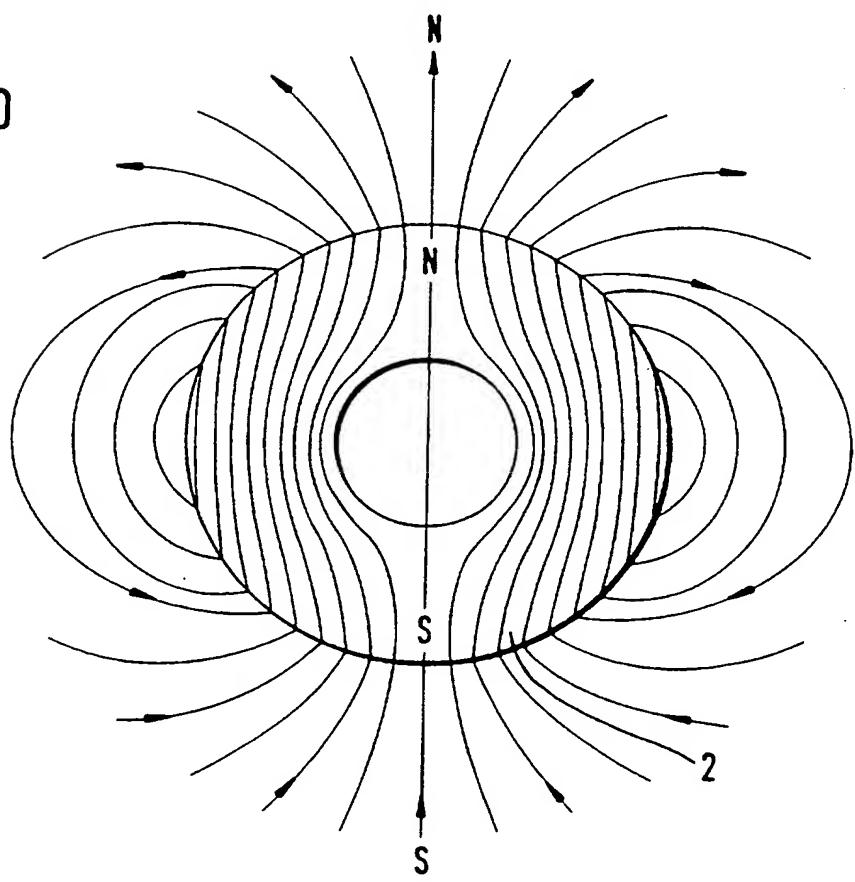


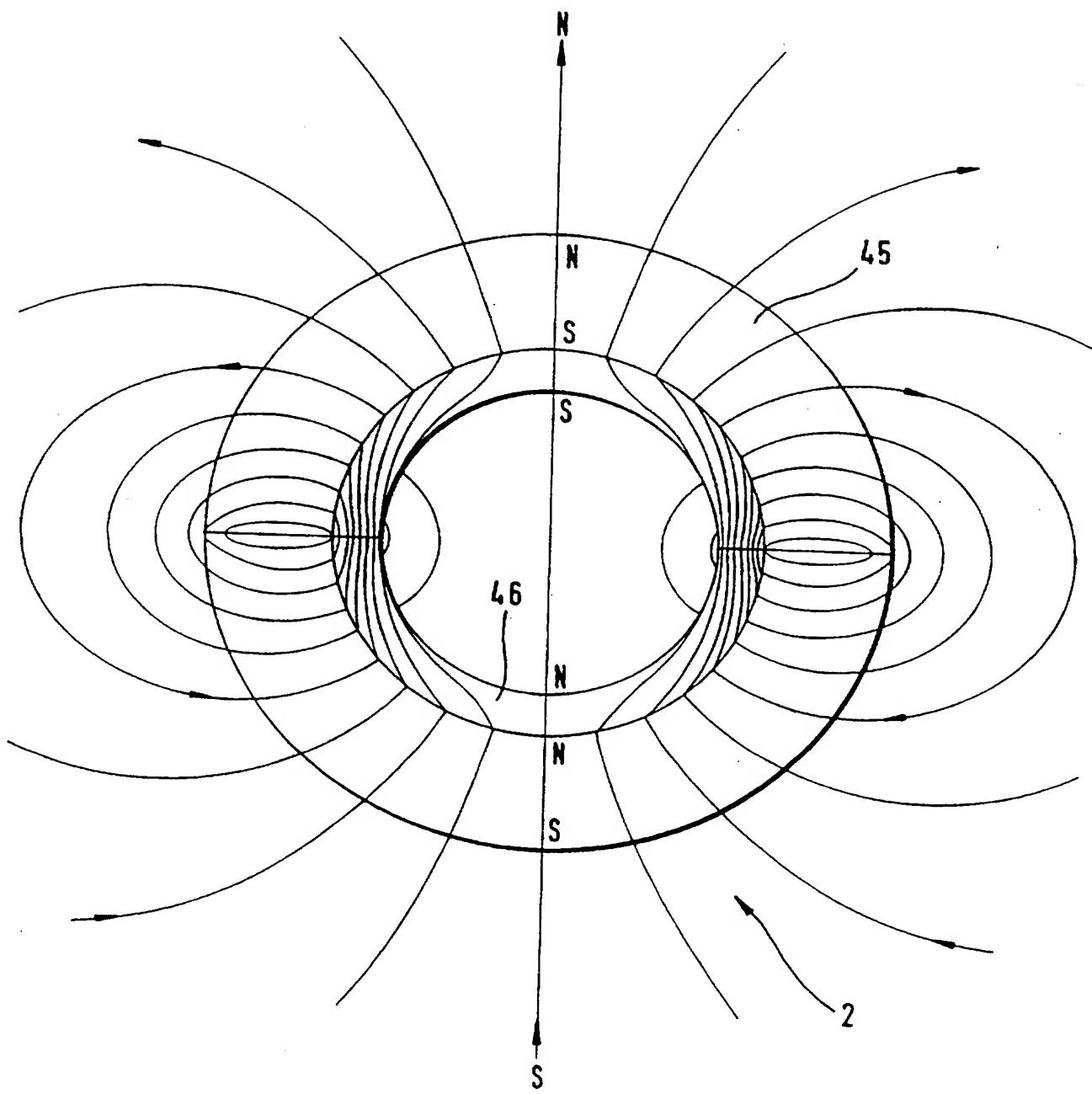
Fig. 10



ERSATZBLATT (REGEL 26)

4 / 4

Fig. 11



ERSATZBLATT (REGEL 26)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 97/02330

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

IPC 6 G01D5/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 164 668 A (ALFORS EUGENE D) 17 November 1992  see column 5, line 1 - column 11, line 51; figures 1-9	1-4, 7-10,13, 14
Y	---	5,6
A	EP 0 325 787 A (EATON CORP) 2 August 1989 see column 4, line 10 - line 51; figure 2 ---	11,12, 15,16
Y	DE 41 23 131 A (INST SCHIFFBAUTECHNIK UND UMWE) 14 January 1993 see column 3, line 35 - column 5, line 12; figures 1-3 -----	5
Y	-----	6
A	-----	15

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*&\* document member of the same patent family

1

Date of the actual completion of the international search

12 August 1997

Date of mailing of the international search report

03. 09. 97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Chapple, I

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 97/02330

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5164668 A	17-11-92	NONE	
EP 0325787 A	02-08-89	US 4841246 A DE 3882962 A DE 3882962 T JP 1296101 A	20-06-89 09-09-93 25-11-93 29-11-89
DE 4123131 A	14-01-93	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 97/02330

## A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 G01D5/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEIERTE

Recherchierte Mindestpräststoff (Klassifikationssystem und Klassifikationsymbole )  
IPK 6 G01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestpräststoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 164 668 A (ALFORS EUGENE D) 17.November 1992  siehe Spalte 5, Zeile 1 - Spalte 11, Zeile 51; Abbildungen 1-9	1-4, 7-10,13, 14
Y A	---  EP 0 325 787 A (EATON CORP) 2.August 1989 siehe Spalte 4, Zeile 10 - Zeile 51; Abbildung 2  ---	5,6 11,12, 15,16
Y	DE 41 23 131 A (INST SCHIFFBAUTECHNIK UND UMWE) 14.Januar 1993 siehe Spalte 3, Zeile 35 - Spalte 5, Zeile 12; Abbildungen 1-3	5
A	-----	6  15

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

### \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmelddatum veröffentlicht worden ist
- \*'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*'P' Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmelddatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*'T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmelddatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*'X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*'Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
12.August 1997	03. 09. 97
Name und Postanschrift der internationale Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Chapple, I

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 97/02330

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5164668 A	17-11-92	KEINE	
EP 0325787 A	02-08-89	US 4841246 A DE 3882962 A DE 3882962 T JP 1296101 A	20-06-89 09-09-93 25-11-93 29-11-89
DE 4123131 A	14-01-93	KEINE	